

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE



In re application of :
Hiroyuki SASAI et al. :
Serial No. NEW : Attn: APPLICATION BRANCH
Filed December 21, 2000 : Attorney Docket No. 2000_1748A

OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM AND
OPTICAL RECEIVER

THE COMMISSIONER IS AUTHORIZED
TO CHARGE ANY DEFICIENCY IN THE
FEE FOR THIS PAPER TO DEPOSIT
ACCOUNT NO. 23-0975.

CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119

Assistant Commissioner for Patents,
Washington, DC 20231

Sir:

Applicants in the above-entitled application hereby claim the date of priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. 11-366726, filed December 24, 1999, as acknowledged in the Declaration of this application.

A certified copy of said Japanese Patent Application is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Hiroyuki SASAI et al.

By Charles R. Watts
Charles R. Watts
Registration No. 33,142
Attorney for Applicants

CRW/asd
Washington, D.C. 20006
Telephone (202) 721-8200
Facsimile (202) 721-8250
December 21, 2000

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

JC918 U.S. PTO
09/740813
12/21/00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1999年12月24日

願 番 号
Application Number:

平成11年特許願第366726号

願 人
Applicant(s):

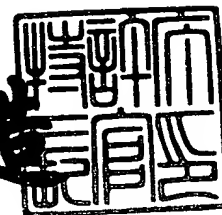
松下電器産業株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年12月 8日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3103162

【書類名】 特許願

【整理番号】 2022510499

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 9/00
H04B 14/08

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 笹井 裕之

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 布施 優

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100098291

【弁理士】

【氏名又は名称】 小笠原 史朗

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 035367

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9405386

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光伝送システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の電気信号を多重して光伝送する光伝送システムであって、

伝送すべき複数のデータのそれぞれに対応して設けられ、互いに異なる周波数の搬送波を前記データで振幅変調する複数の振幅変調部と、

前記複数の振幅変調部においてそれぞれ振幅変調された複数の振幅変調信号を多重する周波数分割多重部と、

前記周波数分割多重部において多重された周波数分割多重信号で光強度変調された光信号を出力する光強度変調部と、

前記光強度変調部から出力される光信号を伝送する光伝送路と、

前記光伝送路を介して伝送される光信号を、前記複数の振幅変調部において用いた搬送波のいずれかに等しい周波数を有する電気信号で光強度変調する外部変調部と、

前記外部変調部において外部変調された光信号を自乗検波によって電気信号に変換する光電気変換部とを備える光伝送システム。

【請求項 2】 前記外部変調部は、半導体光増幅器を含む、請求項 1 に記載の光伝送システム。

【請求項 3】 複数の電気信号を多重して光伝送する光伝送システムであって、

伝送すべき複数のデータのそれぞれに対応して設けられ、互いに異なる周波数の搬送波を前記データで振幅変調する複数の振幅変調部と、

前記複数の振幅変調部においてそれぞれ振幅変調された複数の振幅変調信号を多重する周波数分割多重部と、

前記周波数分割多重部において多重された周波数分割多重信号で光強度変調された光信号を出力する光強度変調部と、

前記光強度変調部から出力される光信号を伝送する光伝送路と、

前記光伝送路を介して伝送される光信号を、自乗検波によって電気信号に変換

する光電気変換部とを備え、

前記光電気変換部のバイアス電圧またはバイアス電流には、前記複数の振幅変調部において用いた搬送波のいずれかに等しい周波数を有する電気信号が重畳されることを特徴とする光伝送システム。

【請求項 4】 複数の電気信号を多重して光伝送する光伝送システムであって、

伝送すべき複数のデータのそれぞれに対応して設けられ、互いに異なる周波数の搬送波を前記データで振幅変調する複数の振幅変調部と、

前記複数の振幅変調部においてそれぞれ振幅変調された複数の振幅変調信号を多重する周波数分割多重部と、

一定強度の光を出力する光源と、

前記光源から出力される光を、前記周波数分割多重部において多重された周波数分割多重信号で SSB (Single Side Band) 変調する第 1 の SSB 変調部と、

前記第 1 の SSB 変調部において SSB 変調された光信号を伝送する光伝送路と、

前記光伝送路を介して伝送される光信号から、光搬送波成分と光側帯波成分とをそれぞれ抽出する光フィルタ部と、

前記光フィルタ部において抽出された光側帯波成分を、前記複数の振幅変調部において用いた搬送波のいずれかに等しい周波数を有する電気信号で SSB 変調する第 2 の SSB 変調部と、

前記光フィルタ部において抽出された光搬送波成分と、前記第 2 の SSB 変調部において SSB 変調された光信号とを合波する光合波部と、

前記光合波部において合波された光信号を自乗検波によって電気信号に変換する光電気変換部とを備える光伝送システム。

【請求項 5】 複数の電気信号を多重して光伝送する光伝送システムであって、

伝送すべき複数のデータのそれぞれに対応して設けられ、互いに異なる周波数の搬送波を前記データで振幅変調する複数の振幅変調部と、

前記複数の振幅変調部においてそれぞれ振幅変調された複数の振幅変調信号を多重する周波数分割多重部と、

一定強度の光を出力する光源と、

前記光源から出力される光を、前記周波数分割多重部において多重された周波数分割多重信号で S S B 変調する第 1 の S S B 変調部と、

前記第 1 の S S B 変調部において S S B 変調された光信号を伝送する光伝送路と、

前記光伝送路を介して伝送される光信号から、光搬送波成分と光側帯波成分とをそれぞれ抽出する光フィルタ部と、

前記光フィルタ部において抽出された光搬送波成分を、前記複数の振幅変調部において用いた搬送波のいずれかに等しい周波数を有する電気信号で S S B 変調する第 2 の S S B 変調部と、

前記光フィルタ部において抽出された光側帯波成分と、前記第 2 の S S B 変調部において S S B 変調された光信号とを合波する光合波部と、

前記光合波部において合波された光信号を自乗検波によって電気信号に変換する光電気変換部とを備える光伝送システム。

【請求項 6】 複数の電気信号を多重して光伝送する光伝送システムであって、

互いに異なる光周波数の光信号を送信する複数の光送信部と、

前記複数の光送信部から出力される光信号を多重する光多重部と、

前記光多重部において多重された光信号を伝送する光伝送路と、

前記光伝送路を介して伝送された光信号から、所望の光搬送波成分を含む光信号と、所望の光側帯波成分を含む光信号とをそれぞれ分離する光フィルタ部と、

前記光フィルタ部において分離された所望の光側帯波成分を含む光信号を、前記複数の振幅変調部において用いた搬送波のいずれかに等しい周波数を有する電気信号で S S B 変調する第 2 の S S B 変調部と、

前記光フィルタ部において分離された、所望の光搬送波成分を含む光信号と、前記第 2 の S S B 変調部において S S B 変調された光信号とを合波する光合波部と、

前記光合波部において合波された光信号を自乗検波によって電気信号に変換する光電気変換部とを備え、

前記複数の光送信部は、

送信すべき複数のデータのそれぞれに対応して設けられ、互いに異なる周波数の搬送波を前記データで振幅変調する複数の振幅変調部と、

前記複数の振幅変調部においてそれぞれ振幅変調された複数の振幅変調信号を多重する周波数分割多重部と、

一定強度の光を出力する光源と、

前記光源から出力される光を、前記周波数分割多重部において多重された周波数分割多重信号で SSB 変調する第 1 の SSB 変調部とをそれぞれ備える光伝送システム。

【請求項 7】 複数の電気信号を多重して光伝送する光伝送システムであって、

互いに異なる光周波数の光信号を送信する複数の光送信部と、

前記複数の光送信部から出力される光信号を多重する光多重部と、

前記光多重部において多重された光信号を伝送する光伝送路と、

前記光伝送路を介して伝送された光信号から、所望の光搬送波成分を含む光信号と、所望の光側帯波成分を含む光信号とをそれぞれ分離する光フィルタ部と、

前記光フィルタ部において分離された所望の光搬送波成分を含む光信号を、前記複数の振幅変調部において用いた搬送波のいずれかに等しい周波数を有する電気信号で SSB 変調する第 2 の SSB 変調部と、

前記光フィルタ部において分離された、所望の光側帯波成分を含む光信号と、前記第 2 の SSB 変調部において SSB 変調された光信号とを合波する光合波部と、

前記光合波部において合波された光信号を自乗検波によって電気信号に変換する光電気変換部とを備え、

前記複数の光送信部は、

送信すべき複数のデータのそれぞれに対応して設けられ、互いに異なる周波数の搬送波を前記データで振幅変調する複数の振幅変調部と、

前記複数の振幅変調部においてそれぞれ振幅変調された複数の振幅変調信号を多重する周波数分割多重部と、

一定強度の光を出力する光源と、

前記光源から出力される光を、前記周波数分割多重部において多重された周波数分割多重信号で S S B 変調する第 1 の S S B 変調部とをそれぞれ備える光伝送システム。

【請求項 8】 前記光フィルタ部は、光波長に対して周期性を有する光フィルタと、複数の波長多重光から所望の波長のみを透過し、かつ当該透過波長を変更可能な波長可変型の光フィルタとを備える、請求項 6 ないし請求項 7 に記載の光伝送システム。

【請求項 9】 前記複数のデータは、デジタルデータを含み、

前記複数の振幅変調部は、互いに異なる周波数を有する搬送波を前記デジタルデータでデジタル振幅変調するデジタル振幅変調部を含む、請求項 1 から 8 のいずれかに記載の光伝送システム。

【請求項 10】 前記光電気変換部において変換された電気信号から、所望のデータを含む帯域成分を抽出する手段をさらに備える、請求項 1 から 8 のいずれかに記載の光伝送システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光伝送システムに関し、より特定的には、複数の電気信号を多重して光伝送する光伝送システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

複数の電気信号を多重して光伝送するシステムの従来例として、周波数分割多重技術を使用した光伝送システムの構成を図 8 に示す。

図 8 において、この光伝送システムは、複数のデジタル変調部 811 ~ 81n と、周波数分割多重部 120 と、光源 130 と、強度変調部 140 と、光ファイバ 150 と、光電気変換部 870 と、周波数選択部 880 と、デジタル復調

部 8 9 0 とを備えている。

【0 0 0 3】

以下、この従来の光伝送システムの動作について説明する。

伝送すべき複数のデジタルデータ 1 1 ~ 1 n は、複数のデジタル変調部 8 1 1 ~ 8 1 n にそれぞれ入力される。複数のデジタル変調部 8 1 1 ~ 8 1 n は、それぞれ互いに異なる周波数を有する搬送波を、この入力されるデジタルデータ 1 1 ~ 1 n によって変調したデジタル変調信号を出力する。周波数分割多重部 1 2 0 は、複数のデジタル変調部 8 1 1 ~ 8 1 n から出力されたデジタル変調信号を多重し、周波数分割多重信号を出力する。光源 1 3 0 は、光を出力し、強度変調部 1 4 0 は、光源 1 3 0 から出力される光を、周波数分割多重信号で強度変調して出力する。出力された光信号は、光ファイバ 1 5 0 を介して伝送された後、光電気変換部 8 7 0 において電気信号に変換される。この電気信号は、デジタル変調信号が多重された周波数分割多重信号であり、この後、周波数選択部 8 8 0 において、所望のデジタルデータに対応したデジタル変調信号が選択され、デジタル復調部 8 9 0 において復調され、所望のデジタルデータが得られる。

【0 0 0 4】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した従来の光伝送システムにおいて、所望のデジタルデータを得るためには、伝送された光信号を周波数分割多重信号に変換してから、所望のデジタルデータに対応するデジタル変調信号を選択して復調していた。つまり、周波数選択部において所望のデジタル変調信号が選択されるまでは、所望のデジタル変調信号であるか否かに関係なく全てのデジタル変調信号を伝送する必要があるため、光電気変換部およびその後段に設けられる周波数選択部や増幅器等の電気デバイスが、所望のデジタル変調信号の帯域のみならず、周波数分割多重信号全体の帯域に対応する広帯域な特性を有する必要があった。したがって、伝送容量を増大させる目的のために、周波数分割多重するデジタル変調信号の数および周波数帯域を大きくすればするほど、周波数分割多重信号の帯域が増大し、光電気変換部およびその後段に接続されるデバイスに要求さ

れる帯域特性が広帯域となり、システムが高コスト化してしまうという問題があった。

【 0 0 0 5 】

それ故に、本発明の目的は、受信側で使用するデバイスに要求される帯域特性を低減することによって、周波数分割多重される信号の周波数をより広帯域に配置することを可能とし、その結果として、より大容量の光伝送を低コストで実現することのできる光伝送システムを提供することである。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段および発明の効果】

第 1 の発明は、複数の電気信号を多重して光伝送する光伝送システムであって

伝送すべき複数のデータのそれぞれに対応して設けられ、互いに異なる周波数の搬送波を前記データで振幅変調する複数の振幅変調部と、

前記複数の振幅変調部においてそれぞれ振幅変調された複数の振幅変調信号を多重する周波数分割多重部と、

前記周波数分割多重部において多重された周波数分割多重信号で光強度変調された光信号を出力する光強度変調部と、

前記光強度変調部から出力される光信号を伝送する光伝送路と、

前記光伝送路を介して伝送される光信号を、前記複数の振幅変調部において用いた搬送波のいずれかに等しい周波数を有する電気信号で光強度変調する外部変調部と、

前記外部変調部において外部変調された光信号を自乗検波によって電気信号に変換する光電気変換部とを備える。

【 0 0 0 7 】

上記のように、第 1 の発明によれば、送信側で強度変調された光信号を、受信側で、所望のデータに対応する周波数の電気信号で再び強度変調することによって、光電気変換部からは、すでに所望のデータが復調されて出力される。よって、所望の周波数を選択して復調する電気デバイスを必要とせず、コストを低減することが可能である。また、一般的に光デバイスは電気デバイスよりも広帯域で

あるので、広帯域の周波数分割多重信号を伝送することができる。したがって、大容量の光伝送を実現することが可能である。

【 0 0 0 8 】

第 2 の発明は、第 1 の発明において、前記外部変調部は、半導体光増幅器を含む。

【 0 0 0 9 】

上記のように、第 2 の発明によれば、半導体光増幅器を用いて外部変調することによって、変調と同時に光増幅も行うので、光周波数選択時の損失による光信号電力の減少を回避でき、高性能な光伝送を実現することが可能である。

【 0 0 1 0 】

第 3 の発明は、複数の電気信号を多重して光伝送する光伝送システムであって

伝送すべき複数のデータのそれぞれに対応して設けられ、互いに異なる周波数の搬送波を前記データで振幅変調する複数の振幅変調部と、

前記複数の振幅変調部においてそれぞれ振幅変調された複数の振幅変調信号を多重する周波数分割多重部と、

前記周波数分割多重部において多重された周波数分割多重信号で光強度変調された光信号を出力する光強度変調部と、

前記光強度変調部から出力される光信号を伝送する光伝送路と、

前記光伝送路を介して伝送される光信号を、自乗検波によって電気信号に変換する光電気変換部とを備え、

前記光電気変換部のバイアス電圧またはバイアス電流には、前記複数の振幅変調部において用いた搬送波のいずれかに等しい周波数を有する電気信号が重畳されることを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

上記のように、第 3 の発明によれば、送信側で強度変調された光信号を、バイアス電圧に所望のデータに対応する周波数の電気信号を重畳した光電気変換部において電気信号に変換することによって、所望のデータがすでに復調されて出力される。よって、所望の周波数を選択して復調する電気デバイスを必要とせず、

コストを低減することが可能である。また、一般的に光デバイスは電気デバイスよりも広帯域であるので、広帯域の周波数分割多重信号を伝送することができる。したがって、大容量の光伝送を実現することが可能である。

【0 0 1 2】

第4の発明は、複数の電気信号を多重して光伝送する光伝送システムであって

伝送すべき複数のデータのそれぞれに対応して設けられ、互いに異なる周波数の搬送波を前記データで振幅変調する複数の振幅変調部と、

前記複数の振幅変調部においてそれぞれ振幅変調された複数の振幅変調信号を多重する周波数分割多重部と、

一定強度の光を出力する光源と、

前記光源から出力される光を、前記周波数分割多重部において多重された周波数分割多重信号でSSB (Single Side Band) 変調する第1のSSB変調部と、

前記第1のSSB変調部においてSSB変調された光信号を伝送する光伝送路と、

前記光伝送路を介して伝送される光信号から、光搬送波成分と光側帯波成分とをそれぞれ抽出する光フィルタ部と、

前記光フィルタ部において抽出された光側帯波成分を、前記複数の振幅変調部において用いた搬送波のいずれかに等しい周波数を有する電気信号でSSB変調する第2のSSB変調部と、

前記光フィルタ部において抽出された光搬送波成分と、前記第2のSSB変調部においてSSB変調された光信号とを合波する光合波部と、

前記光合波部において合波された光信号を自乗検波によって電気信号に変換する光電気変換部とを備える。

【0 0 1 3】

上記のように、第4の発明によれば、送信側でSSB変調された光信号を、受信側で、光搬送波成分と光側帯波成分とに分離して、光側帯波成分を所望のデータに対応する周波数の電気信号で再びSSB変調してから光搬送波成分と合波す

ることによって、光電気変換部からは、すでに所望のデータが復調されて出力される。よって、所望の周波数を選択して復調する電気デバイスを必要とせず、コストを低減することが可能である。また、一般的に光デバイスは電気デバイスよりも広帯域であるので、広帯域の周波数分割多重信号を伝送することができる。したがって、大容量の光伝送を実現することが可能である。

【 0 0 1 4 】

第 5 の発明は、複数の電気信号を多重して光伝送する光伝送システムであって

伝送すべき複数のデータのそれぞれに対応して設けられ、互いに異なる周波数の搬送波を前記データで振幅変調する複数の振幅変調部と、

前記複数の振幅変調部においてそれぞれ振幅変調された複数の振幅変調信号を多重する周波数分割多重部と、

一定強度の光を出力する光源と、

前記光源から出力される光を、前記周波数分割多重部において多重された周波数分割多重信号で S S B 変調する第 1 の S S B 変調部と、

前記第 1 の S S B 変調部において S S B 変調された光信号を伝送する光伝送路と、

前記光伝送路を介して伝送される光信号から、光搬送波成分と光側帯波成分とをそれぞれ抽出する光フィルタ部と、

前記光フィルタ部において抽出された光搬送波成分を、前記複数の振幅変調部において用いた搬送波のいずれかに等しい周波数を有する電気信号で S S B 変調する第 2 の S S B 変調部と、

前記光フィルタ部において抽出された光側帯波成分と、前記第 2 の S S B 変調部において S S B 変調された光信号とを合波する光合波部と、

前記光合波部において合波された光信号を自乗検波によって電気信号に変換する光電気変換部とを備える。

【 0 0 1 5 】

上記のように、第 5 の発明によれば、送信側で S S B 変調された光信号を、受信側で、光搬送波成分と光側帯波成分とに分離して、光搬送波成分を所望のデー

タに対応する周波数の電気信号で再びSSB変調してから光側帯波成分と合波することによって、光電気変換部からは、すでに所望のデータが復調されて出力される。よって、所望の周波数を選択して復調する電気デバイスを必要とせず、コストを低減することが可能である。また、一般的に光デバイスは電気デバイスよりも広帯域であるので、広帯域の周波数分割多重信号を伝送することができる。したがって、大容量の光伝送を実現することが可能である。

【0016】

第6の発明は、複数の電気信号を多重して光伝送する光伝送システムであって

互いに異なる光周波数の光信号を送信する複数の光送信部と、

前記複数の光送信部から出力される光信号を多重する光多重部と、

前記光多重部において多重された光信号を伝送する光伝送路と、

前記光伝送路を介して伝送された光信号から、所望の光搬送波成分を含む光信号と、所望の光側帯波成分を含む光信号とをそれぞれ分離する光フィルタ部と、

前記光フィルタ部において分離された所望の光側帯波成分を含む光信号を、前記複数の振幅変調部において用いた搬送波のいずれかに等しい周波数を有する電気信号でSSB変調する第2のSSB変調部と、

前記光フィルタ部において分離された、所望の光搬送波成分を含む光信号と、前記第2のSSB変調部においてSSB変調された光信号とを合波する光合波部と、

前記光合波部において合波された光信号を自乗検波によって電気信号に変換する光電気変換部とを備え、

前記複数の光送信部は、

送信すべき複数のデータのそれぞれに対応して設けられ、互いに異なる周波数の搬送波を前記データで振幅変調する複数の振幅変調部と、

前記複数の振幅変調部においてそれぞれ振幅変調された複数の振幅変調信号を多重する周波数分割多重部と、

一定強度の光を出力する光源と、

前記光源から出力される光を、前記周波数分割多重部において多重された周

波数分割多重信号で S S B 変調する第 1 の S S B 変調部とをそれぞれ備える。

【0017】

上記のように、第 6 の発明によれば、送信側で S S B 変調された複数の光信号を多重して、光伝送路を介して伝送された光信号を、受信側で、所望のデータに対応する光搬送波成分と所望のデータに対応する光側帯波成分とをそれぞれ分離して取り出し、光側帯波成分を所望のデータに対応する周波数の電気信号で再び S S B 変調してから光搬送波成分と合波することによって、光電気変換部からは、すでに所望のデータが復調されて出力される。よって、所望の周波数を選択して復調する電気デバイスを必要とせず、コストを低減することが可能である。また、一般的に光デバイスは電気デバイスよりも広帯域であるので、広帯域の周波数分割多重信号を伝送することができる。したがって、大容量の光伝送を実現することが可能である。加えて、光信号の変調方式として S S B 変調方式を採用しているので、複数の光信号を高密度に波長多重することができ、より大容量の光伝送を実現することが可能である。

【0018】

第 7 の発明は、複数の電気信号を多重して光伝送する光伝送システムであって

互いに異なる光周波数の光信号を送信する複数の光送信部と、

前記複数の光送信部から出力される光信号を多重する光多重部と、

前記光多重部において多重された光信号を伝送する光伝送路と、

前記光伝送路を介して伝送された光信号から、所望の光搬送波成分を含む光信号と、所望の光側帯波成分を含む光信号とをそれぞれ分離する光フィルタ部と、

前記光フィルタ部において分離された所望の光搬送波成分を含む光信号を、前記複数の振幅変調部において用いた搬送波のいずれかに等しい周波数を有する電気信号で S S B 変調する第 2 の S S B 変調部と、

前記光フィルタ部において分離された、所望の光側帯波成分を含む光信号と、前記第 2 の S S B 変調部において S S B 変調された光信号とを合波する光合波部と、

前記光合波部において合波された光信号を自乗検波によって電気信号に変換す

る光電気変換部とを備え、

前記複数の光送信部は、

送信すべき複数のデータのそれぞれに対応して設けられ、互いに異なる周波数の搬送波を前記データで振幅変調する複数の振幅変調部と、

前記複数の振幅変調部においてそれぞれ振幅変調された複数の振幅変調信号を多重する周波数分割多重部と、

一定強度の光を出力する光源と、

前記光源から出力される光を、前記周波数分割多重部において多重された周波数分割多重信号でSSB変調する第1のSSB変調部とをそれぞれ備える。

【0019】

上記のように、第7の発明によれば、送信側でSSB変調された複数の光信号を多重して、光伝送路を介して伝送された光信号を、受信側で、所望のデータに対応する光搬送波成分と所望のデータに対応する光側帯波成分とをそれぞれ分離して取り出し、光搬送波成分を所望のデータに対応する周波数の電気信号で再びSSB変調してから光側帯波成分と合波することによって、光電気変換部からは、すでに所望のデータが復調されて出力される。よって、所望の周波数を選択して復調する電気デバイスを必要とせず、コストを低減することが可能である。また、一般的に光デバイスは電気デバイスよりも広帯域であるので、広帯域の周波数分割多重信号を伝送することができる。したがって、大容量の光伝送を実現することが可能である。加えて、光信号の変調方式としてSSB変調方式を採用しているので、複数の光信号を高密度に波長多重することができ、より大容量の光伝送を実現することが可能である。

【0020】

第8の発明は、第6ないし第7の発明において、前記光フィルタ部は、光波長に対して周期性を有する光フィルタと、複数の波長多重光から所望の波長のみを透過し、かつ当該透過波長を変更可能な波長可変型の光フィルタとを備える。

【0021】

上記のように、第8の発明によれば、光フィルタ部において、周期性を有する非可変型の光フィルタを用いることによって、高価な波長可変型の光フィルタを

複数個用いること無しに、所望のデータを復調することが可能となる。よって、より低コストの光伝送システムを実現することが可能である。

【 0 0 2 2 】

第 9 の発明は、第 1 から第 8 のいずれかの発明において、前記複数のデータは、デジタルデータを含み、

前記複数の振幅変調部は、互いに異なる周波数を有する搬送波を前記デジタルデータでデジタル振幅変調するデジタル振幅変調部を含む。

【 0 0 2 3 】

上記のように、第 9 の発明によれば、デジタル振幅変調部を備えることによって、特にデジタルデータを伝送する場合にも、大容量の光伝送を低コストで実現することが可能である。

【 0 0 2 4 】

第 1 0 の発明は、第 1 から第 8 のいずれかの発明において、前記光電気変換部において変換された電気信号から、所望のデータを含む帯域成分を抽出する手段をさらに備える。

【 0 0 2 5 】

上記のように、第 1 0 の発明によれば、光電気変換部において変換後の電気信号に不要な電気信号が含まれる場合にも、所望のデータを含む帯域成分を抽出することによって、より良好な復調信号を得ることができ、より高品質の光伝送を行うことが可能である。

【 0 0 2 6 】

【発明の実施の形態】

(第 1 の実施形態)

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る光伝送システムの構成を示すブロック図である。図 1 において、この光伝送システムは、複数の A S K (A m p l i t u d e S h i f t K e y i n g) 変調部 1 1 1 ~ 1 1 n と、周波数分割多重部 1 2 0 と、光源 1 3 0 と、強度変調部 1 4 0 と、光ファイバ 1 5 0 と、外部変調部 1 6 0 と、光電気変換部 1 7 0 と、局発信号源 1 8 0 と、L P F (低域通過フィルタ) 1 9 0 を備えている。

【0027】

以下、本発明の第1の実施形態における動作について説明する。

伝送すべき複数のデジタルデータ11～1nは、2値のデジタルデータであって、複数のASK変調部111～11nにそれぞれ入力される。複数のASK変調部111～11nは、互いに異なる周波数 f_1, f_2, \dots, f_n を有する搬送波を、入力されるデジタルデータでASK変調したASK信号をそれぞれ出力する。周波数分割多重部120は、複数のASK変調部111～11nからそれぞれ出力されるn個のASK信号を多重した周波数分割多重信号を出力する。光源130は、一定強度の光を出力し、強度変調部140は、この光を周波数分割多重信号によって強度変調して出力する。出力された光信号は、光ファイバ150を介して伝送される。局発信号源180は、所望のデジタルデータに対応するASK信号の搬送波周波数に等しい周波数を有する局発信号を出力し、外部変調部160は、光ファイバ150を介して伝送された光信号を、局発信号源180から出力される局発信号で再び強度変調する。強度変調された光信号は、光電気変換部170において、自乗検波によって電気信号に変換される。LPF190は、変換された電気信号から所望のデジタルデータを含む帯域成分を抽出する。

【0028】

以下、上記動作によって所望のデジタルデータが取り出されることを、数式を参照しながら説明する。

強度変調部140は、光源から出力される一定強度の光を、搬送波周波数が f_1, f_2, \dots, f_n のn個のASK信号を多重した周波数分割多重信号で変調して出力する。強度変調部140から出力される光信号の強度を P_1 とすると、 P_1 は、次式(1)で表される。

【数1】

$$P_1 = \left[1 + \text{OMI} \sum_{m=1}^n \{S_m(t) \cos(2\pi f_m t)\} \right] P_0 \quad \dots (1)$$

上式(1)において、 P_0 は無変調時の光強度を、OMIは周波数分割多重信号の各信号当りの光変調度を、 $S_m(t)$ はm番目のデジタルデータ1mのレ

ベル（“1”または“0”）を、それぞれ表わしている。

【0 0 2 9】

外部変調部 1 6 0 は、強度変調部 1 4 0 においてすでに強度変調された光信号を、周波数 f_k （ k は 1 ～ n の任意の整数）の局発信号で再び強度変調し、光周波数変換を行う。外部変調部 1 6 0 から出力される光信号の強度を P_2 とすると、 P_2 は、次式（2）で表される。

【数 2】

$$P_2 = L \{ 1 + \cos(2\pi f_k t) \} \left[1 + OMI \sum_{m=1}^n \{ S_m(t) \cos(2\pi f_m t) \} \right] P_0 \quad \dots (2)$$

上式（2）において、 L は光ファイバ 1 5 0 および外部変調部 1 6 0 における光損失の影響を表す。上式（2）を展開すると、次式（3）となる。

【数 3】

$$P_2 = L \left[1 + \cos(2\pi f_k t) + OMI \sum_{m=1}^n \{ S_m(t) \cos(2\pi f_m t) \} + OMI \cos(2\pi f_k t) \sum_{m=1}^n \{ S_m(t) \cos(2\pi f_m t) \} \right] P_0 \quad \dots (3)$$

上式（3）で表される強度を有する光信号が光電気変換部 1 7 0 に入力され、自乗検波によって電気信号に変換される。光電気変換時の変換効率を η で表すと、光電気変換部 1 7 0 から出力される電流値 i は、次式（4）で表される。

【数 4】

$$i = \eta LP_0 \left[1 + \frac{OMI}{2} \cdot S_k(t) + \frac{OMI}{2} \sum_{m \neq k} S_k(t) \cos\{2\pi(f_m - f_k)t\} + \dots \right] \quad \dots (4)$$

上式（4）において、第 2 項は、搬送波周波数 f_k の A S K 信号に乘せられたデジタルデータを表わしている。つまり、光電気変換部 1 7 0 からは、搬送波周波数 f_k の A S K 信号に乘せられているデジタルデータがすでに復調された状態で出力されることを示している。したがって、図 8 に示す従来の光伝送システムが備えるような、所望の周波数の電気信号を選択して復調する電気デバイス

は不要である。

【 0 0 3 0 】

ここで、上式（４）の第３項以降の項は、光電気変換時に生じる不要な高域成分であるので除去する必要がある。本実施形態では、LPF 190によって、これらの不要な高域成分を含まない信号を取り出しているが、光電気変換部 170や、その後に必要に応じて接続される増幅器が低域成分のみを通過させる性質を有するものであれば、不要となる高域成分は出力されないので、LPF 190を省略しても構わない。

【 0 0 3 1 】

なお、本実施形態では、伝送すべきデータを２値のデジタルデータとしたが、多値のデジタルデータであっても構わないし、アナログデータであっても構わない。ただし、２値のデジタルデータ以外のデータを伝送する場合には、複数のASK変調部 111～11nの代わりに、それぞれの伝送すべきデータに対応する振幅変調器を用いる必要がある。

【 0 0 3 2 】

また、本実施形態では、光源 130から出力される光を強度変調部 140において周波数分割多重信号で外部変調したが、光源 130から出力される光を周波数分割多重信号によって直接変調するようにしても構わない。

【 0 0 3 3 】

また、外部変調部 160としては、一般的な外部光変調器を用いても良いし、半導体光増幅器を用いても良い。半導体光増幅器を用いる場合、外部変調部 160は、強度変調機能に加えて光増幅機能も有するため、光周波数選択時の損失による光信号電力の減少を回避でき、伝送距離を拡大することが可能である。

【 0 0 3 4 】

以上のように、第１の実施形態によれば、伝送された光信号を、局発光源からの局発信号で再び光強度変調することによって、光信号の状態で周波数選択を行うことができる。よって、周波数分割多重信号から所望の周波数のASK信号を選択して復調する電気デバイスを必要とせず、コストを低減することが可能となる。また、従来の光伝送システムでは、光電気変換部の後段に設けられる電気デ

バイスは周波数分割多重信号全体の帯域に対応している必要があったが、本実施形態によれば、光電気変換部の後段に適宜設けられる増幅器等の電気デバイスは、すでに所望の A S K 信号が選択されている電気信号を処理すれば良いだけであるので、所望の A S K 信号に対応する帯域にだけ対応していれば良い。一方、光デバイスは、本実施形態においても、従来の光伝送システムにおける電気デバイスと同様に、周波数分割多重信号全体の帯域に対応している必要があるが、一般的に光デバイスは電気デバイスよりも広帯域なので、従来の光伝送システムよりも多くの A S K 信号を周波数分割多重して伝送することが可能となる。したがって、より大容量の光伝送を実現することが可能となる。

【 0 0 3 5 】

(第 2 の実施形態)

図 2 は、本発明の第 2 の実施形態に係る光伝送システムの構成を示すブロック図である。図 2 において、この光伝送システムは、複数の A S K 変調部 1 1 1 ~ 1 1 n と、周波数分割多重部 1 2 0 と、光源 1 3 0 と、強度変調部 1 4 0 と、光ファイバ 1 5 0 と、光電気変換部 2 7 0 と、局発信号源 1 8 0 と、L P F 1 9 0 とを備えている。なお、図 2 において図 1 と同じ構成には同一の参照符号を付す。

【 0 0 3 6 】

以下、本発明の第 2 の実施形態における動作について説明する。なお、第 2 の実施形態が第 1 の実施形態と異なる点は、光ファイバ 1 5 0 より後の部分だけであるので、ここでは、光ファイバ 1 5 0 以降の動作についてのみ説明する。

【 0 0 3 7 】

光ファイバ 1 5 0 を介して伝送された光信号は、光電気変換部 2 7 0 に入力される。局発信号源 1 8 0 は、所望のデジタルデータに対応する A S K 信号の搬送波周波数に等しい周波数の局発信号を出力する。局発信号源 1 8 0 から出力された局発信号は、光電気変換部 2 7 0 のバイアス電圧ないしバイアス電流に重畳される。光電気変換部 2 7 0 は、自乗検波によって、入力された光信号を電気信号に変換するが、その際、バイアス電圧に重畳された局発信号とミキシングして周波数変換を行う。その結果、光電気変換部 2 7 0 からは、第 1 の実施形態と同

様に、所望のデジタルデータがすでに復調されて出力される。よって、A S K 信号を選択して復調する電気デバイスが不要となる。

【0038】

ここで、第1の実施形態と同様に、L P F 1 9 0 によって、光電気変換部 2 7 0 において変換された電気信号から所望のデジタルデータを含む帯域成分だけを取り出すが、光電気変換部 2 7 0 の後段に必要なに応じて接続される増幅器等の電気デバイスが、低域成分のみを通過させる性質を有するものであれば、不要となる高域成分は出力されないもので、L P F 1 9 0 を省略しても構わない。

【0039】

なお、第1の実施形態と同様に、本実施形態においても、送信すべきデータは2値のデジタルデータ以外のデータであっても構わない。また同様に、光源 1 3 0 から出力される光を周波数分割多重信号によって直接変調するようにしても構わない。

【0040】

以上のように、第2の実施形態によれば、光電気変換部のバイアスに、所望のデジタルデータに対応するA S K 信号の搬送波周波数に等しい周波数の局発信号を重畳することによって、光電気変換時に同時に周波数選択を行うことができる。よって、周波数分割多重信号から所望の周波数のA S K 信号を選択して復調する電気デバイスを必要とせず、光電気変換部の後段に接続されるデバイスに要求される帯域特性を低減することによって、周波数分割多重される信号の周波数をより広範囲に配置することが可能となる。その結果として、より大容量の光伝送を低コストで実現することが可能となる。

【0041】

(第3の実施形態)

図3は、本発明の第3の実施形態に係る光伝送システムの構成を示すブロック図である。図3において、この光伝送システムは、光送信部 3 1 0 と、光ファイバ 1 5 0 と、光フィルタ部 3 5 0 と、第2のSSB (Single Side Band) 変調部 3 6 0 と、光合波部 3 7 0 と、光電気変換部 1 7 0 と、局発信号源 1 8 0 と、L P F 1 9 0 とを備えている。光送信部 3 1 0 は、複数のA S K

変調部 111～11n と、周波数分割多重部 120 と、第 1 の SSB 変調部 340 と、光源 130 とを備えている。なお、図 3 において図 1 と同じ構成には同一の参照符号を付す。

【0042】

以下、本発明の第 3 の実施形態における動作について説明する。

伝送すべき複数のデジタルデータ 11～1n は、複数の ASK 変調部 111～11n にそれぞれ入力される。複数の ASK 変調部 111～11n は、互いに異なる周波数 f_1 , f_2 , ..., f_n を有する搬送波を、入力されるデジタルデータで ASK 変調した ASK 信号をそれぞれ出力する。周波数分割多重部 120 は、複数の ASK 変調部 111～11n からそれぞれ出力される n 個の ASK 信号を多重した周波数分割多重信号を出力する。光源 130 は、光を出力し、第 1 の SSB 変調部 340 は、この光を周波数分割多重信号で SSB 変調して出力する。ここで述べる SSB 変調とは、変調後の信号のスペクトルが片側側帯波と搬送波成分とを有するような変調方式を意味する。第 1 の SSB 変調部 340 から出力された光信号は光ファイバ 150 を介して伝送される。

【0043】

伝送された光信号は、光フィルタ部 350 において、光搬送波成分と光側帯波成分とに分離される。一方の光搬送波成分は、光合波部 370 に入力され、他方の光側帯波成分は、第 2 の SSB 変調部 360 に入力される。局発信号源 180 は、所望のデジタルデータに対応する ASK 信号の搬送波周波数に等しい周波数を有する局発信号を出力し、第 2 の SSB 変調部 360 は、入力された光側帯波成分をこの局発信号で SSB 変調する。このとき、第 1 の SSB 変調部 340 において上側側帯波が生じるように SSB 変調を行った場合には、ここでは下側側帯波が生じるように SSB 変調し、逆に、第 1 の SSB 変調部 340 において下側側帯波が生じるように SSB 変調を行った場合には、ここでは上側側帯波が生じるように SSB 変調する。

【0044】

光合波部 370 は、光フィルタ部 350 において分離された光搬送波成分と、第 2 の SSB 変調部 360 において SSB 変調された光信号とを合波する。合波

された光信号は、光電気変換部 1 7 0 に入力され、自乗検波によって電気信号に変換された後、LPF 1 9 0 において所望のデジタルデータを含む帯域成分が抽出される。

【0 0 4 5】

上記の動作によって所望のデジタルデータが得られることを図面を参照して説明する。

図 4 (a) は、光フィルタ部 3 5 0 に入力される光信号のスペクトルの一例を示す図である。ここでは、周波数分割多重信号の各搬送波周波数を f_1 , f_2 , ..., f_n とし、所望のデジタルデータに対応する ASK 信号の搬送波周波数を f_k とし、光源 1 3 0 から出力される光の光周波数を f_0 とする。また、第 1 の SSB 変調部 3 4 0 において、上側側帯波が生じるように SSB 変調した場合を示す。この光信号が光フィルタ部 3 5 0 において光搬送波成分と光側帯波成分とに分離される。図中の点線で示す 2 つの折れ線は、これらの成分を分離するための光フィルタの透過特性の一例をそれぞれ示している。

【0 0 4 6】

分離された光信号のうち、光側帯波成分は、第 2 の SSB 変調部 3 6 0 において、局発信号源 1 8 0 から出力される周波数 f_k の局発信号によって再び SSB 変調される。図 4 (b) は、第 2 の SSB 変調部 3 6 0 から出力される光信号のスペクトルの一例を示す図である。ここでは、第 2 の SSB 変調部 3 6 0 では、下側側帯波が生じるように SSB 変調するため、図 4 (b) で示すように、全ての光側帯波成分を周波数 f_k だけダウンコンバートする。よって、図中に斜線で示される、搬送波周波数 f_k の ASK 変調信号に対応する光変調成分（光周波数 $f_0 + f_k$ ）は、光周波数 f_0 の位置に変換される。

【0 0 4 7】

光合波部 3 7 0 は、図 4 (a) に示した光搬送波成分と、図 4 (b) に示した第 2 の SSB 変調部 3 6 0 から出力される光信号とを合波し、光電気変換部 1 7 0 へ出力する。図 4 (c) は、光合波部 3 7 0 から出力される光信号のスペクトルの一例を示す図である。図のように、光周波数 f_0 において、光搬送波成分と、搬送波周波数が f_k の ASK 変調信号に対応する光変調成分のスペクトルとが

重なっている。したがって、この光信号を、光電気変換部 1 7 0 において自乗検波によって電気信号に変換すれば、所望のデジタルデータが復調されて出力される。

【0 0 4 8】

なお、本実施形態では、光フィルタ部 3 5 0 において分離した光搬送波成分を光合波部 3 7 0 に入力し、光側帯波成分を第 2 の S S B 変調部 3 6 0 に入力するとしたが、光搬送波成分を第 2 の S S B 変調部 3 6 0 に入力し、光側帯波成分を光合波部 3 7 0 に入力するようにしても同様に所望のデジタルデータを得ることができる。ただし、この場合には、第 2 の S S B 変調部 3 6 0 では、光側帯波成分が、第 1 の S S B 変調部 3 4 0 で S S B 変調したのと同じ側に生じるように S S B 変調する必要がある。例えば、第 1 の S S B 変調部 3 4 0 において上側側帯波が生じるように S S B 変調した場合には、第 2 の S S B 変調部 3 6 0 においても上側側帯波が生じるように S S B 変調する。

【0 0 4 9】

なお、本実施形態においても、第 1 の実施形態と同様に、光電気変換部 1 7 0 や、その後に必要に応じて接続される増幅器等のデバイスが、低域成分のみを通過させる性質を有するものであれば、不要となる高域成分は出力されないので、L P F 1 9 0 を省略しても構わない。

【0 0 5 0】

また、本実施形態では、伝送すべきデータをデジタルデータとしたが、他の種類のデータを用いても良いことも第 1 の実施形態と同様である。

【0 0 5 1】

以上のように、第 3 の実施形態によれば、伝送した光信号を、光搬送波成分と光側帯波成分とに分離し、分離した光側帯波成分を所望のデジタルデータに対応する A S K 信号の搬送波周波数に等しい周波数を有する局発信号によって S S B 変調して光搬送波成分と合波することによって、光信号の状態で周波数選択を行うことができる。よって、周波数分割多重信号から所望の周波数の A S K 信号を選択して復調する電気デバイスを必要とせず、また、光電気変換部およびその後段に接続されるデバイスに要求される帯域特性を低減することによって、周波

数分割多重される信号の周波数をより広帯域に配置することが可能となる。その結果として、より大容量の光伝送を低コストで実現することが可能となる。

【0052】

(第4の実施形態)

図5は、本発明の第4の実施形態に係る光伝送システムの構成を示すブロック図である。図5において、この光伝送システムは、複数の光送信部311～31mと、光多重部510と、光ファイバ150と、光フィルタ部350と、第2のSSB変調部360と、光合波部370と、光電気変換部170と、局発信号源180と、LPF190とを備えている。複数の光送信部311～31mは、それぞれ、図3に示す光送信部310と同様の構成とする。なお、図5において図3と同じ構成には同一の参照符号を付す。

【0053】

以下、本発明の第4の実施形態における動作について説明する。

複数の光送信部311～31mには、複数のデジタルデータ11～1n, 21～2n, …, m1～mnが、それぞれ入力される。複数の光送信部311～31mは、それぞれ、互いに異なる光周波数の光信号を、入力される複数のデジタルデータに対応するASK信号を多重した周波数分割多重信号によってSSB変調して出力する。複数の光送信部311～31mからそれぞれ出力される光信号は、光多重部510で多重され、光ファイバ150を介して伝送される。

【0054】

光フィルタ部350は、複数の光送信部311～31mから出力されたm個の光信号うち、所望のデジタルデータが乗せられている光信号の光搬送波成分および光側帯波成分を、伝送された光信号からそれぞれ分離して出力する。なお、光フィルタ部350の具体的な構成例としては、例えば、1×2光分岐器と2台の可変光フィルタとの組合せ等が考えられる。出力された光搬送波成分は、光合波部370へ入力され、光側帯波成分は、第2のSSB変調部360へ入力される。局発光源180は、所望のデジタルデータに対応するASK信号の搬送波周波数に等しい周波数を有する局発信号を出力し、第2のSSB変調部360は、入力された光側帯波成分を局発信号によってSSB変調して出力する。このと

き、光送信部 3 1 1 ~ 3 1 m に含まれる第 1 の S S B 変調部において上側側帯波が生じるように S S B 変調を行った場合には、ここでは下側側帯波が生じるように S S B 変調し、逆に、第 1 の S S B 変調部において下側側帯波が生じるように変調を行った場合には、ここでは上側側帯波が生じるように変調する。光合波部 3 7 0 は、入力された光搬送波成分と、第 2 の S S B 変調部 3 6 0 から出力された光信号とを合波し、光電気変換部は、合波された光信号を自乗検波によって電気信号に変換する。L P F 1 9 0 は、変換された電気信号から所望のデジタルデータを含む帯域成分を抽出する。

【 0 0 5 5 】

なお、上記説明では、光フィルタ部 3 5 0 において分離した光搬送波成分を光合波部 3 7 0 に入力し、光側帯波成分を第 2 の S S B 変調部 3 6 0 に入力としたが、光搬送波成分を第 2 の S S B 変調部 3 6 0 に入力し、光側帯波成分を光合波部 3 7 0 に入力するようにしても同様に所望のデジタルデータを得ることができる。ただし、この場合には、第 2 の S S B 変調部 3 6 0 では、光側帯波成分が、光送信部 3 1 1 ~ 3 1 m に含まれる第 1 の S S B 変調部で S S B 変調したのと同じ側に光側帯波が生じるように S S B 変調する必要がある。例えば、第 1 の S S B 変調部において上側側帯波が生じるように S S B 変調した場合には、第 2 の S S B 変調部 3 6 0 においても上側側帯波が生じるように S S B 変調する。

【 0 0 5 6 】

なお、本実施形態においても、第 1 の実施形態と同様に、光電気変換部 1 7 0 や、その後に必要に応じて接続される増幅器等のデバイスが低域成分のみを通過させる性質を有するものであれば、不要となる高域成分は出力されないので、L P F 1 9 0 を省略しても構わない。

【 0 0 5 7 】

また、本実施形態では、伝送すべきデータをデジタルデータとしたが、他の種類のデータを用いても良いことも第 1 の実施形態と同様である。

【 0 0 5 8 】

以上のように、第 4 の実施形態によれば、波長多重伝送した光信号から、所望のデジタルデータが乗せられている光信号の光搬送波成分と光側帯波成分とを

それぞれ分離し、分離した光側帯波成分を所望のデジタルデータに対応する A S K 信号の搬送波周波数に等しい周波数を有する局発信号によって S S B 変調して光搬送波成分と合波することによって、光信号の状態では周波数選択を行うことができる。よって、周波数分割多重信号から所望の周波数の A S K 信号を選択して復調する電気デバイスを必要とせず、また、光電気変換部およびその後段に接続されるデバイスに要求される帯域特性を低減することによって、周波数分割多重される信号の周波数をより広帯域に配置することが可能となる。その結果として、より大容量の光伝送を低コストで実現することが可能となる。また、S S B 変調方式で変調された光信号を多重光伝送することによって、変調後の信号が搬送波成分と両側側帯波を有する D S B (D o u b l e S i d e B a n d) 変調方式で変調する場合に比べて占有帯域幅が少なく、より高密度に多重できるため、伝送容量をさらに拡大することが可能である。

【0059】

(第5の実施形態)

図6は、本発明の第5の実施形態に係る光伝送システムの構成を示すブロック図である。図6において、この光伝送システムは、複数の光送信部 3 1 1 ~ 3 1 m と、光多重部 5 1 0 と、光ファイバ 1 5 0 と、非可変光フィルタ部 6 1 0 と、可変光フィルタ 6 2 0 と、第2の S S B 変調部 3 6 0 と、局発信号源 1 8 0 と、光合波部 3 7 0 と、光電気変換部 1 7 0 と、L P F 1 9 0 とを備えている。なお、図6において、図5と同じ構成には同一の参照符号を付す。

【0060】

以下、本発明の第5の実施形態における動作について説明する。ただし、本実施形態が第4の実施形態と異なる点は、光フィルタ部 3 5 0 の代わりに、周期的な透過特性を有する非可変光フィルタ部 6 1 0、および可変光フィルタ 6 2 0 を備える点のみであるので、その他の同じ構成についての詳しい説明は省略する。

【0061】

光ファイバ 1 5 0 を介して伝送された光信号は、非可変光フィルタ部 6 1 0 に入力される。非可変光フィルタ部 6 1 0 は、光波長に対して周期性を有する非可変フィルタを有しており、入力される光信号を構成する複数の異なる波長の光信

号の光搬送波成分と光側帯波成分とをそれぞれまとめて分離する。まとめて分離された光搬送波成分は、可変光フィルタ 6 2 0 において所望の波長の光搬送波成分が選択されて取り出されて、光合波部 3 7 0 に入力される。一方、まとめて分離された光側帯波成分は、第 2 の S S B 変調部 3 6 0 において、局発信号源 1 8 0 から出力される、所望のデジタルデータに対応する A S K 信号の搬送波周波数に等しい周波数を有する局発信号で S S B 変調されて光合波部 3 7 0 に入力される。このとき、光送信部 3 1 1 ~ 3 1 m に含まれる第 1 の S S B 変調部において上側側帯波が生じるように S S B 変調を行った場合には、ここでは下側側帯波が生じるように S S B 変調し、逆に、第 1 の S S B 変調部において下側側帯波が生じるように変調を行った場合には、ここでは上側側帯波が生じるように変調する。光合波部 3 7 0 は、入力された 2 つの光信号を合波し、光電気変換部 1 7 0 は、合波された光信号を自乗検波によって電気信号に変換する。L P F 1 9 0 は、変換された電気信号から所望のデジタルデータを含む帯域成分を抽出する。

【 0 0 6 2 】

以下、上記の動作によって所望のデジタルデータが復調できることを図面を参照して説明する。

図 7 (a) は、非可変光フィルタ部 6 1 0 に入力される光信号のスペクトルの一例を示す。図 7 (a) において、点線で示される折れ線および点線で示される曲線は、周期性を有する非可変光フィルタ部 6 1 0 の透過特性の一例を示しており、前者によって取り出された光信号は、可変光フィルタ 6 2 0 へ出力され、後者によって取り出された光信号は、第 2 の S S B 変調部 3 6 0 へ出力される。このようにして、非可変光フィルタ部 6 1 0 は、複数の光送信部 3 1 1 ~ 3 1 m から出力された、波長 f_{01} , f_{02} , ..., f_{0m} の m 個の光信号の光搬送波成分をまとめて取り出して可変光フィルタ 6 2 0 へ出力し、また、複数の光送信部 3 1 1 ~ 3 1 m から出力された m 個の光信号の光側帯波成分も同様にまとめて取り出して第 2 の S S B 変調部 3 6 0 へ出力する。可変光フィルタ 6 2 0 は、入力された m 個の光搬送波成分の内の所望の光搬送波成分（この場合、図に太線で示す光周波数 f_{02} の光搬送波成分とする）を選択して取り出す。第 2 の S S B 変調部 3 6 0 は、所望のデジタルデータに対応する A S K 信号の搬送波周波数に等

しい周波数（この場合、 f_k とする）を有する局発信号により、入力された m 個の光側帯波成分をまとめて SSB 変調する。

【0063】

可変光フィルタ 620 および第 2 の SSB 変調部 360 から出力された光信号は、光合波部 370 で合波される。光合波部 370 から出力される光信号のスペクトルの一例を図 7（b）に示す。図に示すように、非可変光フィルタ部 610 においてまとめて取り出された光側帯波成分を、第 2 の SSB 変調部 360 において、周波数 f_k の局発信号で再び SSB 変調することによって、搬送波周波数 f_k の ASK 信号に対応する光変調成分（図の斜線部）の光周波数が、 $f_{02} + f_k$ から f_{02} に変換される。光合波部 370 において合波された光信号は、光周波数 f_{02} において、光搬送波成分、および搬送波周波数が f_k の ASK 信号に対応する光変調成分の両スペクトルが重なるため、光電気変換部 170 において、自乗検波によって所望のデジタルデータが復調されて出力される。

【0064】

なお、周期性を有する非可変光フィルタとしては、マッハツェンダー干渉計を利用した光フィルタ、あるいはファブリペロフィルタ等によって実現できる。

【0065】

なお、本実施形態では、非可変光フィルタ部 610 においてまとめて分離した光搬送波成分を可変光フィルタ 620 に入力し、光側帯波成分を第 2 の SSB 変調部 360 に入力するとしたが、光搬送波成分を第 2 の SSB 変調部 360 に入力し、光側帯波成分を可変光フィルタ 620 に入力するようにしても同様に所望のデジタルデータを得ることができる。ただし、この場合には、第 2 の SSB 変調部 360 では、光側帯波成分が、複数の光送信部 311～31m に含まれる第 1 の SSB 変調部における SSB 変調時と同じ側に生じるように SSB 変調する必要がある。例えば、第 1 の SSB 変調部において上側側帯波が生じるように SSB 変調した場合には、第 2 の SSB 変調部 360 においても上側側帯波が生じるように SSB 変調する。

【0066】

また、本実施形態では、非可変フィルタ部 610 において光搬送波成分および

光側帯波成分をそれぞれまとめて取り出してから可変フィルタ部 6 2 0 において所望の光搬送波成分を取り出したが、所望の光搬送波成分と所望の光変調成分を、SSB 変調方式を用いて同一の光周波数上にシフトすることができれば良いのであって、本実施形態の構成に限定されるものではない。例えば、所望の光搬送波成分と所望の光側帯波成分とを一つの可変光フィルタによってまとめて取り出してから、周期性を有する非可変光フィルタによってそれぞれの成分を分離するようにしても構わない。

【0 0 6 7】

なお、本実施形態においても、第 1 の実施形態と同様に、光電気変換部 1 7 0 や、その後に必要に応じて接続される増幅器等のデバイスが、低域成分のみを通過させる性質を有するものであれば、不要となる高域成分は出力されないので、LPF 1 9 0 を省略しても構わない。

【0 0 6 8】

また、本実施形態では、伝送すべきデータをデジタルデータとしたが、他の種類のデータを用いても良いことも第 1 の実施形態と同様である。

【0 0 6 9】

以上のように、第 5 の実施形態によれば、第 4 の実施形態と同様に、周波数分割多重信号から所望の周波数の ASK 信号を選択して復調する手段を必要とせず、また、光電気変換部およびその後段に接続されるデバイスに要求される帯域特性を低減することによって、周波数分割多重される信号の周波数をより広帯域に配置することが可能となる。その結果として、より大容量の光伝送を低コストで実現することが可能となる。さらに、本実施形態では、光フィルタ部を、周期性を有する非可変光フィルタ部と、可変光フィルタ部との組合せで構成し、まず、周期性を有する非可変光フィルタ部で、多重された光信号の光搬送波成分と光変調成分を分離した後、可変光フィルタ部で、多重された光搬送波成分から所望の光搬送波成分のみを抽出している。したがって、2 個の可変光フィルタによって光搬送波成分と光側帯波成分とをそれぞれ取り出す場合に比べて、高価な可変光フィルタの個数を減らすことができ、さらに、可変光フィルタに要求される帯域幅も広いものでよいので、急峻な透過特性を有する高性能な可変光フィルタが不

要となる。よって、大容量の光伝送を、より低コストで実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施形態に係る光伝送システムの構成を示すブロック図である。

【図 2】

本発明の第 2 の実施形態に係る光伝送システムの構成を示すブロック図である。

【図 3】

本発明の第 3 の実施形態に係る光伝送システムの構成を示すブロック図である。

【図 4】

本発明の第 3 の実施形態において、光フィルタ部に入力される光信号、第 2 の SSB 変調部から出力される光信号、および光合波部から出力される光信号のそれぞれのスペクトルの一例を示す図である。

【図 5】

本発明の第 4 の実施形態に係る光伝送システムの構成を示すブロック図である。

【図 6】

本発明の第 5 の実施形態に係る光伝送システムの構成を示すブロック図である。

【図 7】

本発明の第 5 の実施形態において、非可変光フィルタ部に入力される光信号、および光合波部から出力される光信号のそれぞれのスペクトルの一例を示す図である。

【図 8】

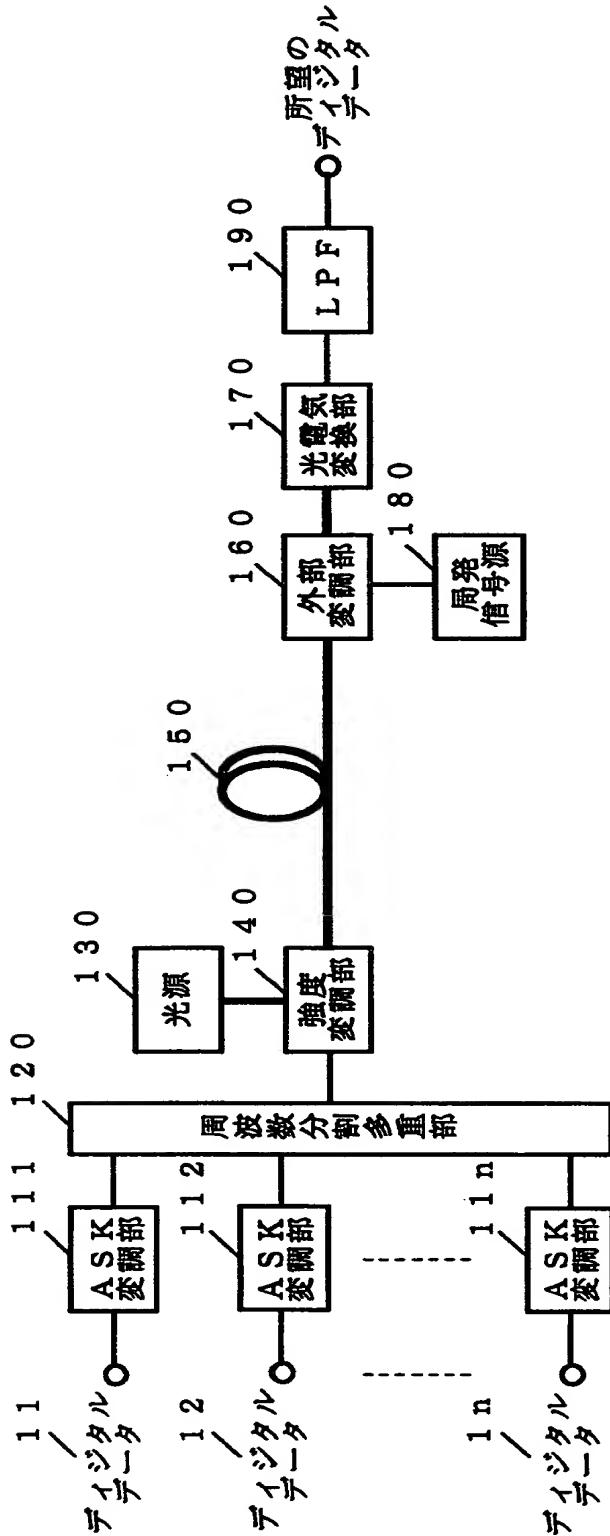
従来の光伝送システムの構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

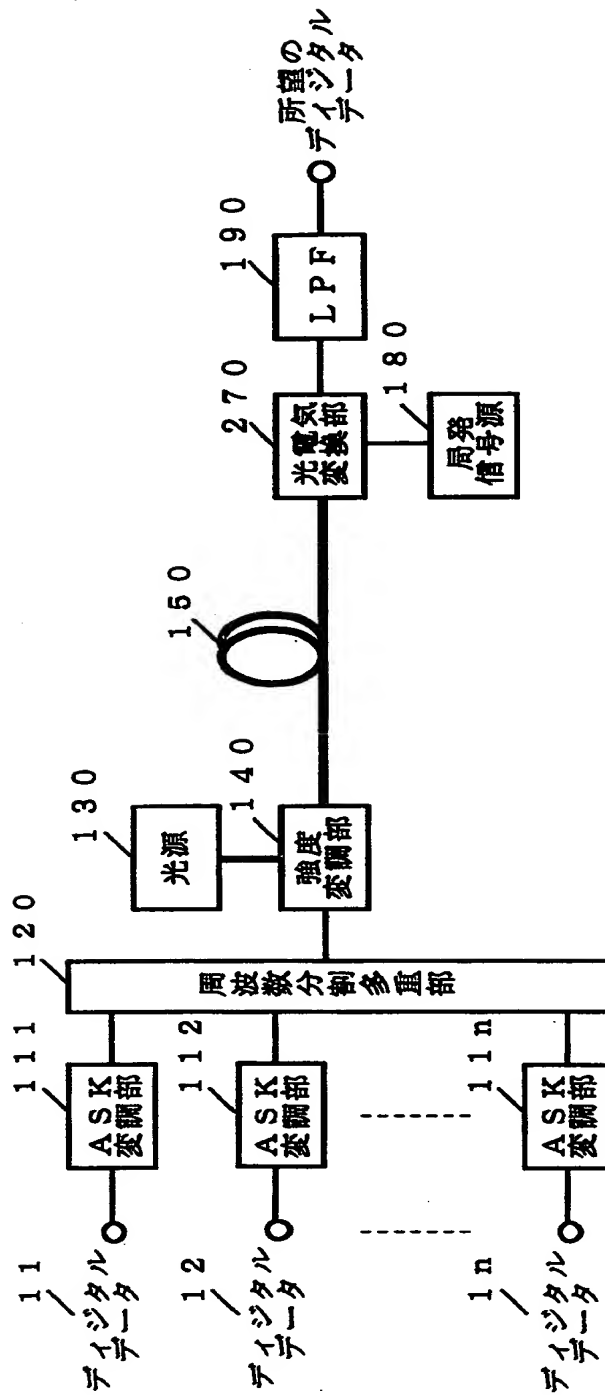
1 1 1 ~ 1 1 n ... A S K 変調部
1 2 0 ... 周波数分割多重部
1 3 0 ... 光源
1 4 0 ... 強度変調部
1 5 0 ... 光ファイバ
1 6 0 ... 外部変調部
1 7 0 ... 光電気変換部
1 8 0 ... 局発信号源
1 9 0 ... L P F
2 7 0 ... 光電気変換部
3 1 0 ... 光送信部
3 1 1 ~ 3 1 m ... 光送信部
3 4 0 ... 第 1 の S S B 変調部
3 5 0 ... 光フィルタ部
3 6 0 ... 第 2 の S S B 変調部
3 7 0 ... 光合波部
5 1 0 ... 光多重部
6 1 0 ... 非可変光フィルタ部
6 2 0 ... 可変光フィルタ

【書類名】 図面

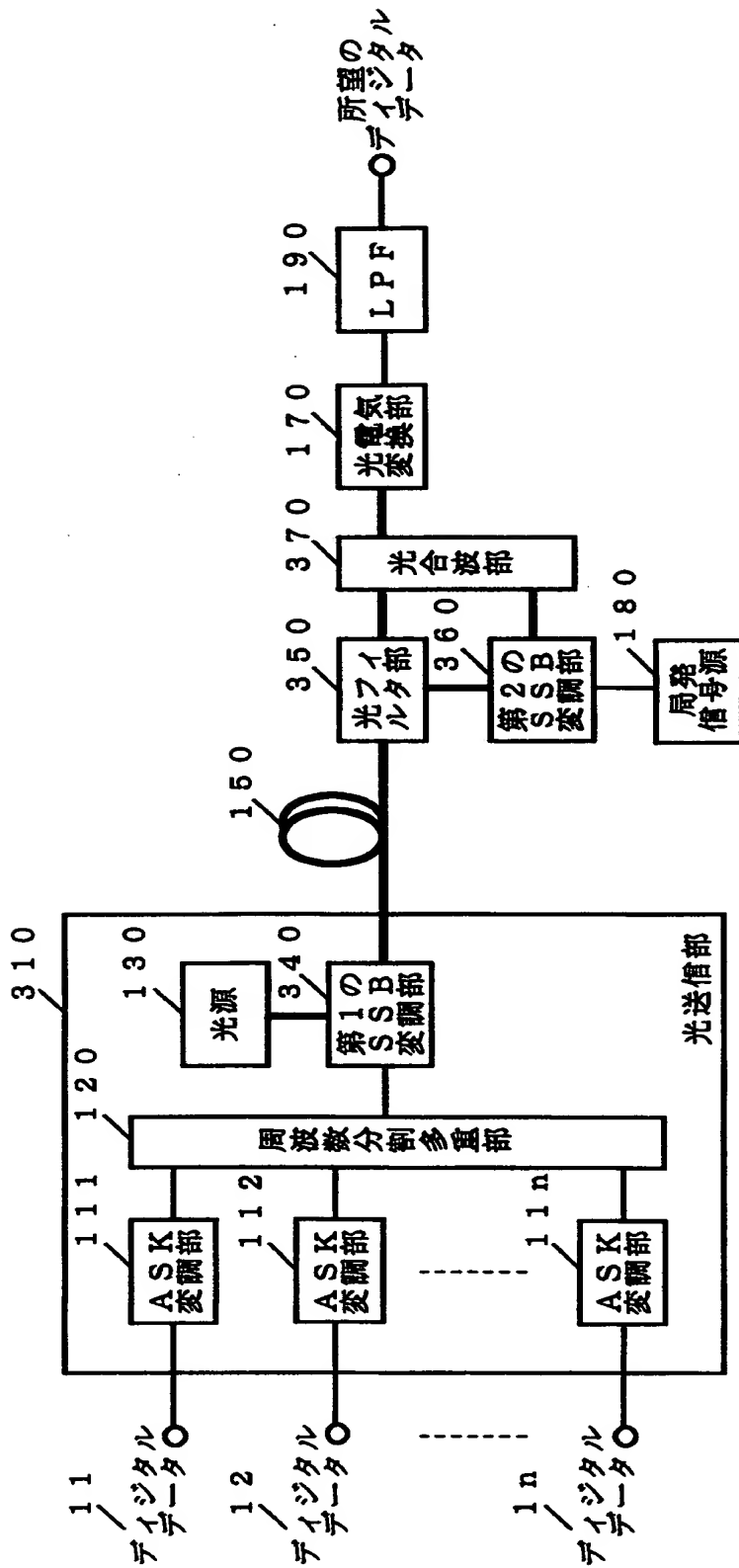
【図 1】



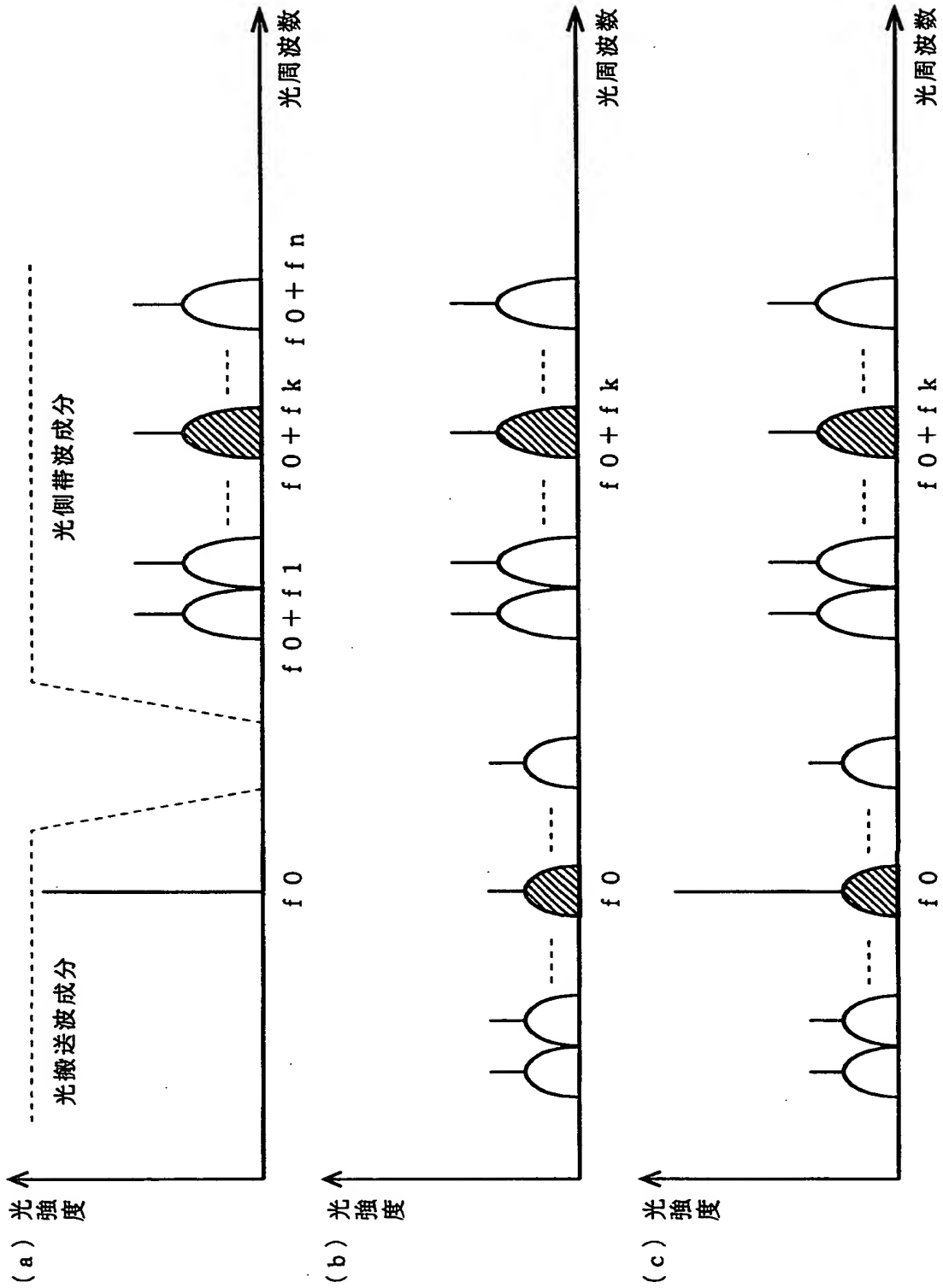
【図 2】



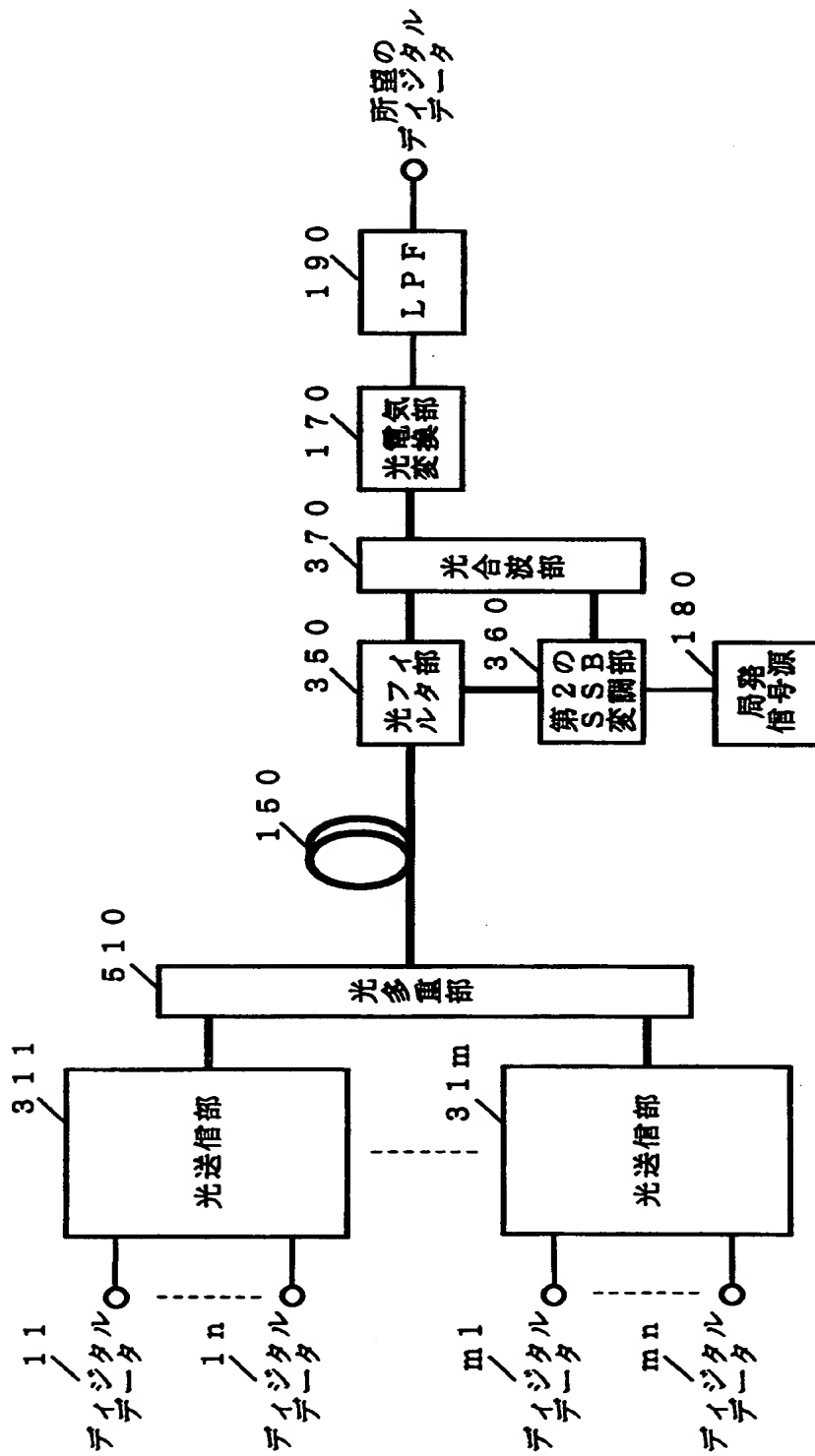
【図 3】



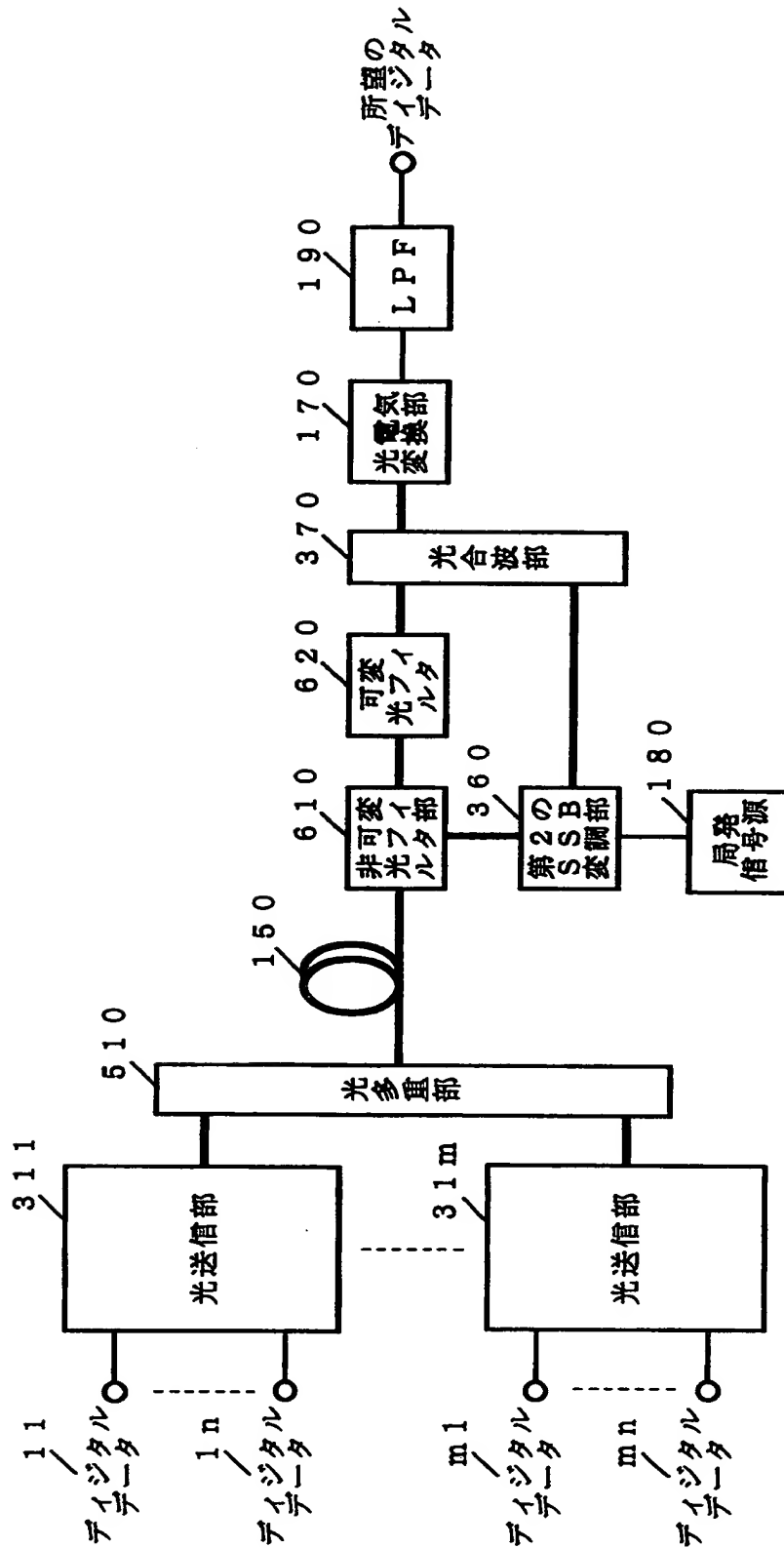
【图 4】



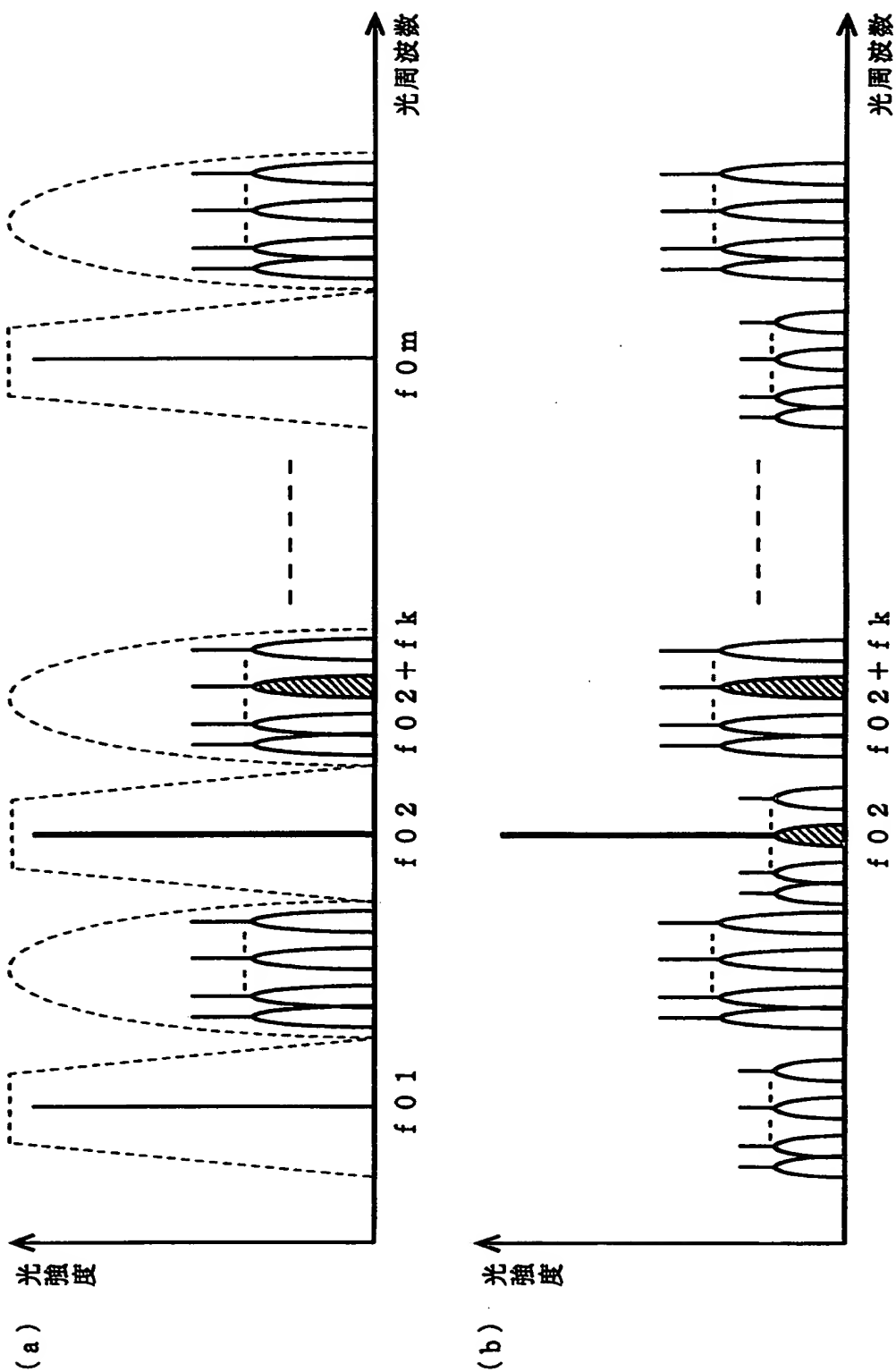
【図 5】



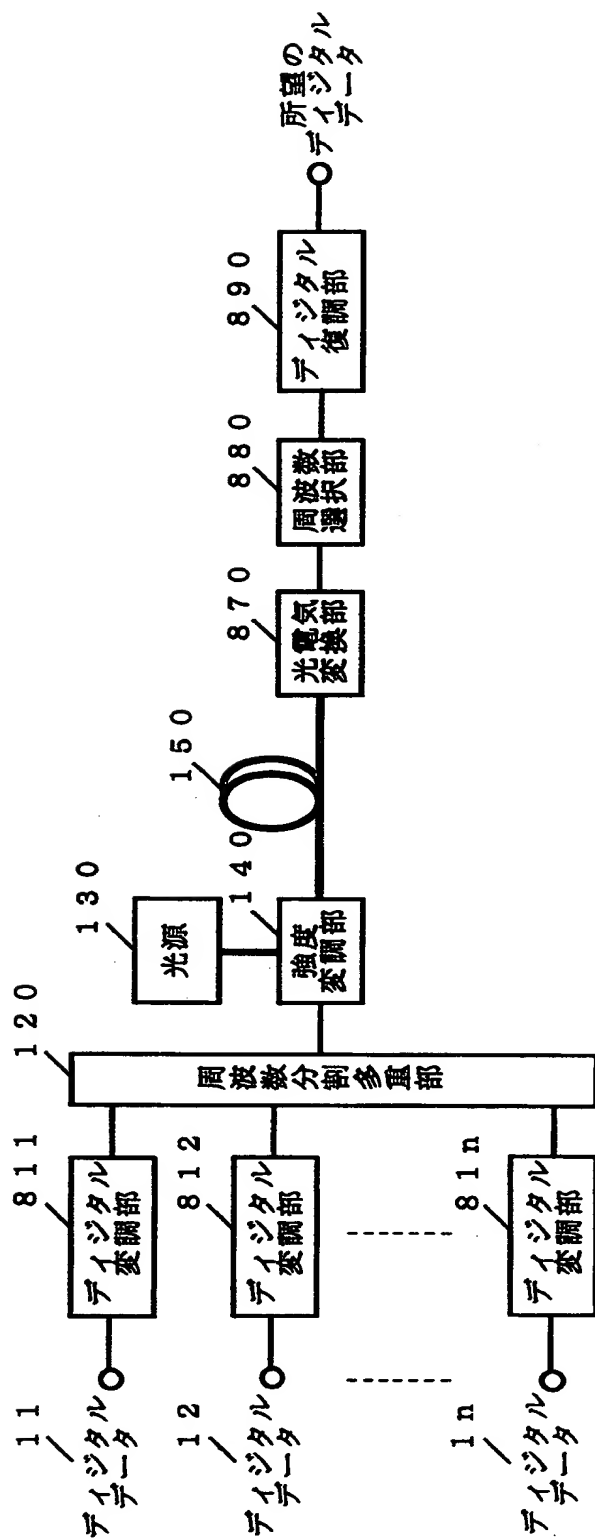
【図 6】



【图 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複数のデジタル変調信号を周波数分割多重した信号で強度変調された光信号を受信し、1つのデジタル変調信号のみを復調する場合においても、光電気変換部およびその後段に接続する各デバイスには、多重された n 個のデジタル変調信号の全てに相当する広い帯域特性が必要となる。

【解決手段】 複数のデジタルデータ $11 \sim 1n$ をASK変調部 $111 \sim 11n$ においてそれぞれASK変調してから多重した信号によって、光源130から出力される光をSSB変調して伝送する。光フィルタ部350は、伝送された光信号から、光搬送波成分と光側帯波成分とをそれぞれ分離して取り出す。取り出された一方の光側帯波成分は、所望のデジタルデータに対応する搬送波周波数に等しい局発信号によって再びSSB変調された後、他方の光搬送波成分と合波される。光電気変換部370において、合波された光信号を、自乗検波によって電気信号に変換することによって、復調された所望のデジタルデータが得られる。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	平成11年 特許願 第366726号
受付番号	59901261607
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0096
作成日	平成12年 1月 4日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成11年12月24日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名 松下電器産業株式会社